

設計上の工夫による快適な教室内環境の形成の可能性

新潟工科大学工学部建築学科 教授

飯野 秋成

中央看護専門学校 非常勤講師

飯野 由香利

1. はじめに

児童・生徒は、その心身の成長が最も盛んな時期、長時間にわたって学校内で生活している。しかもその大半の時間を教室内の決められた座席に座って過ごすことから、児童・生徒は各々の座席付近固有の熱・光・空気・音の環境に長時間暴露されていることになる。

旧来の断熱・気密性の低い片廊下型校舎の普通教室内の環境については、南面採光時に日中黒板が見にくくなるなどのグレアの問題、窓際の児童・生徒に直射日光が当たることによる暑さや机上面のまぶしさの問題、あるいは冬季における教室内の窓側や廊下側の冷放射やすきま風の問題などの多くの問題が指摘されている。子供達が学び生活する教室内の環境の重要性を認識するならば、いずれの座席においても不快な環境を形成

することなく、全ての児童・生徒に健康で快適に学習し生活できるような環境を提供するために、教室内の環境整備に真剣に取り組んでいくべきであろう。

戦後建てられた校舎の多くは老朽化し、近年改築の時期に来ている。そしてそれらの改築時における設計の際には、旧来の教室が持つ様々な環境の問題点を解決する好機といえる。特に、熱・光環境の不均一な問題や変動に対して、設計時に適切な配慮や工夫があれば、教室内に快適な環境を形成することは可能なのではないか？ ここでは、新潟県長岡市に存在するS小学校（図1）の校舎改築の前後に注目し、新旧校舎における教室内の環境の実測調査を試みた例を紹介しながら、その可能性を模索する。新旧校舎の主な相違点を表1に示す。このように異なる校舎内の教室環境を比較・考察する。

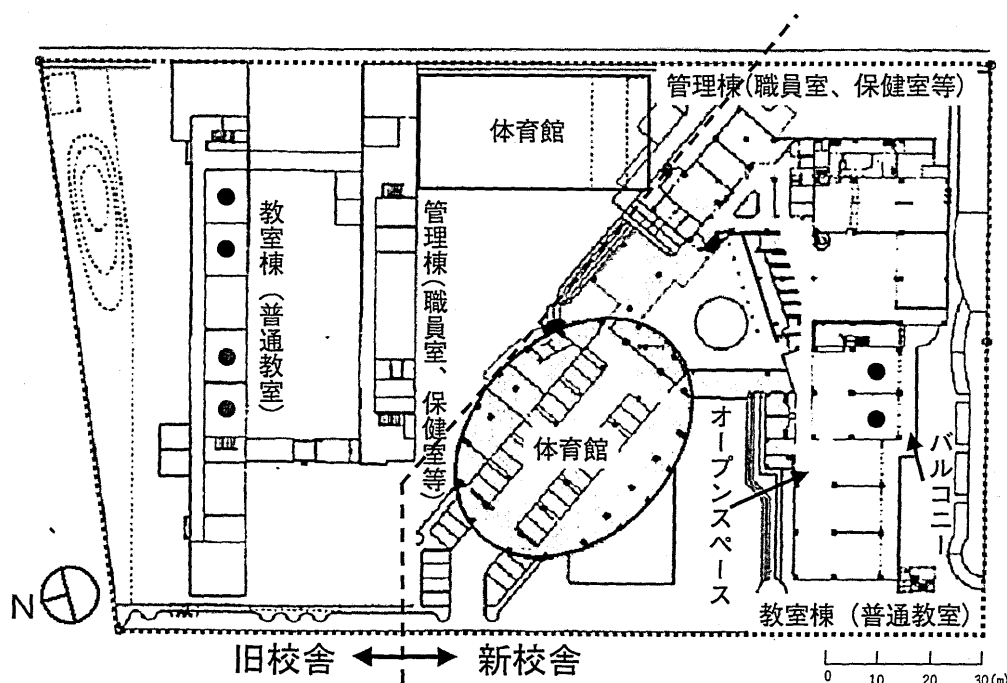


図1 S小学校の新旧校舎の平面と配置

2. 夏季における教室内の熱環境

まず、夏季における新旧教室内の熱環境の相違を比較する。図2は、晴天日に児童が不在で窓を密閉した場合、すなわち通風による排熱がない状況下における新旧教室の室温とグローブ温度（グローブ球を用いて測定される体感温度の指標）を示している。これによると、新校舎の教室（以下、新教室と称する）の平均室温は外気温よりも約6℃低く、旧校舎の教室（以下、旧教室）よりも約3℃低い。児童の座席の位置による室温の相違は新旧教室で大きな違いはないものの、日中（8時～17時）の室温の変動幅は、新教室で1℃以内であるのに対して、旧教室で最大3.8℃と大きく外気温の変動に追従する形となっていた。これは、教室南側バルコニーの存在の有無による放射環境の違い（すなわち、旧教室には日中直達日射の入射があり、新教室には日中バルコニー表面からの日射反射と再放射がある）、および建物の断熱・気密性の違いに伴う天井や壁などの表面温度の相違（特に新教室では、屋上プールの存在によって天井面に焼け込みが生じない）によるところが大きい。このように外気温や立地場所が同じでも、校舎の形態や断熱・気密性が違うことにより教室内の熱環境が異なる。児童の暑さの評価をみたところ、旧教室ではほとんどの児童が暑さを訴えていたのに対して、新教室では涼しい側の評価もあり、ばらついていた。

3. 冬季における教室内の熱環境、および児童による環境評価

次に、冬季における新旧校舎の熱環境の相違を比較してみよう。曇天日、児童が不在の非暖房時における室温とグローブ温度を比較してみたものが図3である。いずれも外気温

表1 S小学校の新旧校舎における相違点

相違点	旧校舎	新校舎
オープンスペース	なし	あり（奥行き7m）
バルコニー	なし	あり（奥行き3m）
屋上プール	なし	あり
体育館の位置	1階	2階（1階は駐車場）
窓	単板ガラス	複層（ペア）ガラス
	腰高までの窓	掃き出し窓
天井面	木毛セメント板	板張り（隙間有り）
教室の暖房方式	ポット式灯油ストーブ	F F式ガスストーブ
暖房の設置個所	窓側前部	教室窓側後部に1台
		オープンスペースに1台
断熱材	なし	硬質ウレタンフォーム 外壁：20mm、屋上床スラブ下：30mm

はほぼ等しかったが、旧教室での平均室温は外気温より4℃前後高く、新教室における平均室温は外気温より10℃前後高かった。これは、新教室の場合、壁に断熱材が入り、窓にペアガラスのサッシが導入されているなど建物の断熱性・気密性が高いために、窓まわりのすきま風や窓面からの冷放射、あるいは窓近傍のコーールドRAFT（下降する冷気）が生じにくいことによる。なお、室温の分布は新教室で0.6℃でオープンス

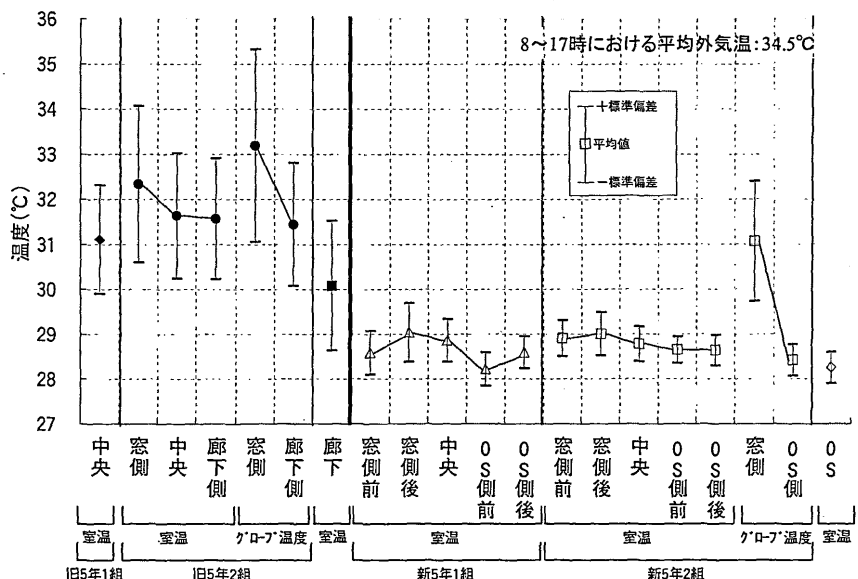
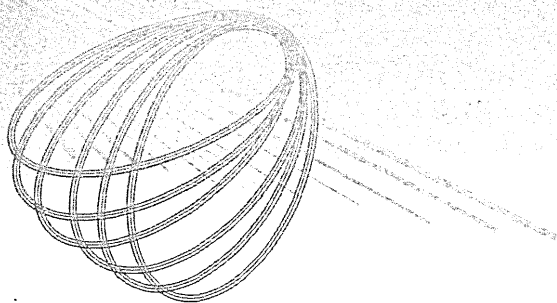


図2 夏季の窓密閉時における新旧教室での水平温度分布



ペース（以下、OSと称する）側がやや高かったのに対し、旧教室では1.3℃で窓側が廊下側よりやや高かったものの、温度差は暖房時と比べるとかなり小さい。新旧教室とも前日まで暖房が使用されており、その履歴の影響が同える。

さらに、暖房方法による教室内の熱環境の違いを考察する。児童在室時に暖房を稼動させた場合の温度分布や変動は図4のようになった。旧教室の4年1組についてみると、中央部での平均室温（16.3℃）と比較して、窓側前部は9.5℃高く、廊下側前部と後部では約2℃低いことから、同一教室内に11.5℃の温度差があることになる。窓側前部に放射型のポット式ストーブが設置されているためにその周辺の室温とグローブ温度は共に高くなるが、ストーブから遠い座席では暖房の効果も小さく、また廊下の気温（6.8℃）の影響も受けるために室温とグローブ温度は共に低くなる。一方、新教室での中央部の平均室温は18.3℃で外気温より12.8℃高く、室温差は0.5℃以内であることから、ほぼ均一な熱環境が形成されている。FF式ガスストーブは教室をOFF、OS側をONにしていたために、いずれの座席もOS側ストーブの高温域から離れていること、および教室の窓側がペアガラスサッシのためすきま風や冷放射およびコールドドラフトの影響が非常に小さかったことの相乗効果であろう。このように、暖房機器の暖房方式や機器の配置、運転状況によって温度分布や暖まり方が異なることがわかる。

では、上述したような異なる新旧教室の熱環境を児童はどう評価するのか、その評価結果の一例を紹介しよう。図5は、冬の児童在室時、暖房している状況で温冷感を5段階評価してもらった結果である。新旧教室の環境を評価した児童は全く同一であることから、各児童の個人差などの影響は小さいと思われる。旧教

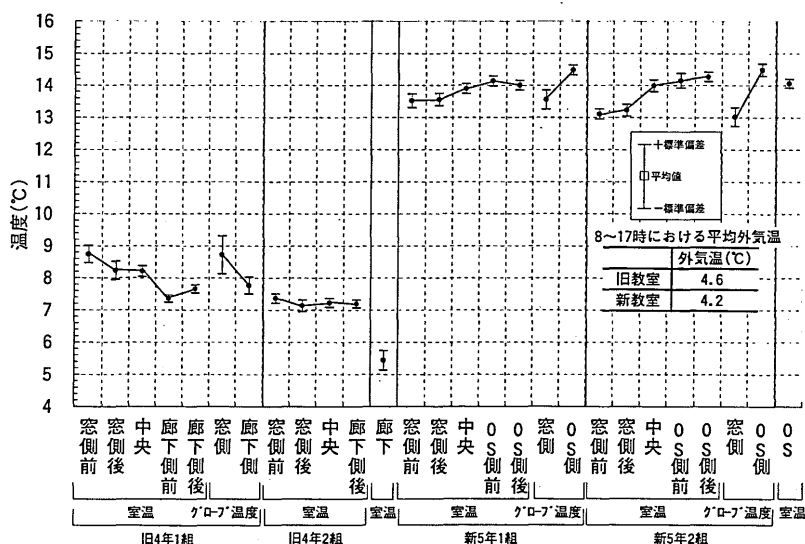


図3 冬季の非暖房時における新旧教室での水平温度分布

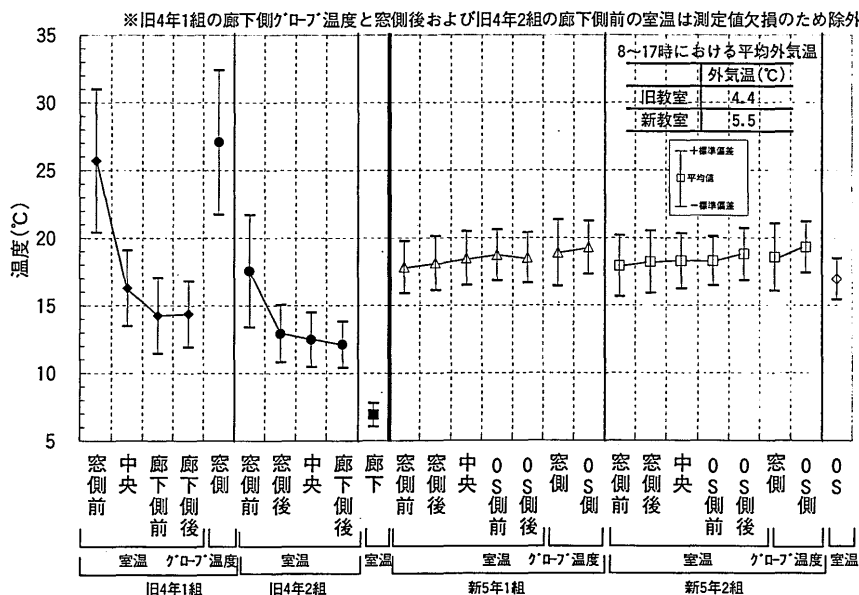


図4 冬季の暖房時における新旧教室での水平温度分布

室での児童の評価は、温度分布と呼応するようにスト
ープ付近に座っている児童が「暑い」と評価している
のに対し、廊下側の児童は「寒い」と評価しており、
明確な温冷感の分布がみられた。新教室では、座る位
置によって若干のばらつきがあるものの、極端な暑さ
や寒さを訴える児童はいなかった。

4. 教室内の光・空気・音環境

新教室内の熱環境は旧教室と比べて、校舎の形態の
相違や断熱・気密性の向上による改善効果がみられた
が、校舎の設計時には光・空気・音環境についても十
分考慮されなければならない。例えば、気密性の向上
に伴い室内の空気汚染の問題が生じやすくなることか

ら機械換気の導入についても考慮することが重要とな
る。またオーブンプランの場合、音の相互干渉や残響
過多などの問題が発生しやすく、それらに対する解決
策も考慮していく必要がある。

ここでは教室内の光環境の観点から、新旧教室内の
照度分布について取り上げる。夏季の晴天日の消灯時
(13~14時)における新旧教室内の9区分(前側・中
央・後ろ側と窓側・中央列・廊下・OS側)での机上面
照度を図6に示す。新旧教室共に照度の分布はかなり
大きい。旧教室の場合には直達日射の入射により窓側
照度が3400~3800lxと非常に高いために中央や廊下側で
の照度との差が大きくなる。新教室の場合にはバルコ
ニーがあるため直達日射が入らず窓側の照度が1200~

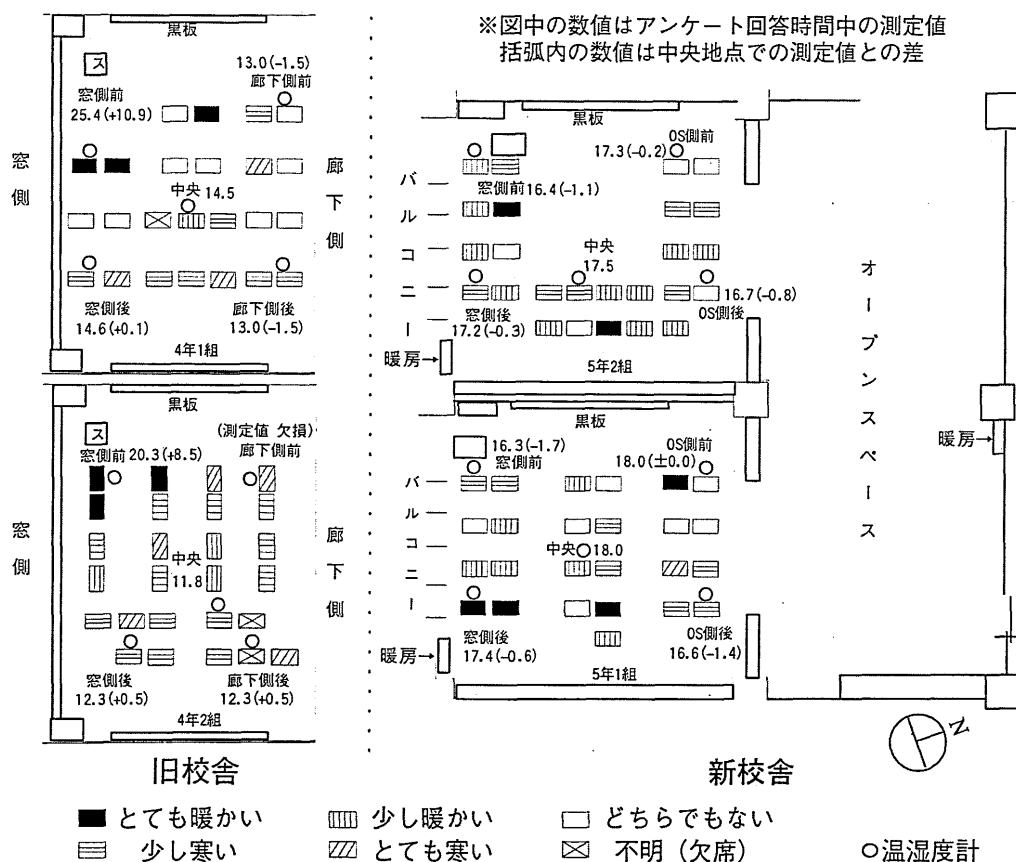
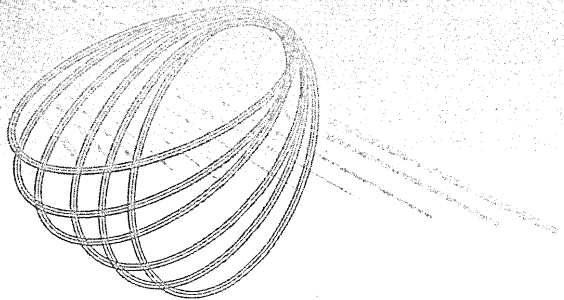


図5 冬季の暖房時における新旧教室毎にみた児童の温冷感



1600lxになり、バルコニーの幅を含むと奥行きが長くなるために教室内のOS側の照度は約160lxと非常に低くなる。すなわち、バルコニーがあることによって窓側の照度が低くなり、結果的に教室内に常に暗い座席があるために照明は常時用いなければならない状況にある。このように、バルコニーを設けることにより教室内の熱環境は改善されたものの、光環境の点で暗くなる事例を示した。したがって学校の設計の際には熱・光・空気・音環境を総合的に考慮していく必要があることが示唆される。

5. おわりに

最後に、筆者の勤務する大学の講義室を使って、冷房に関する簡単な実験を試みた結果を紹介する。図7は夏季晴天日における冷房OFF時、およびON時の室温分布とその時系列変化である。OFF時には全ての場所で30℃を越えているが、ONにすると各座席位置で急激に室温が下がる。特に、空調噴出口近くでは室温の低下が著しく、教室内の温度差は最大で6℃にも達した。同様のいくつかの

調査結果を受けて、学内では講義中のこまめな空調調節を呼びかけ、講義室環境の改善を試みている。

このように、冷暖房などの空調設備を導入することにより、室温は平均的には快適な範囲に到達することができるが、教室内の温度分布はかえって大きくなり座席位置により温冷感に大きな差が生じることもある。

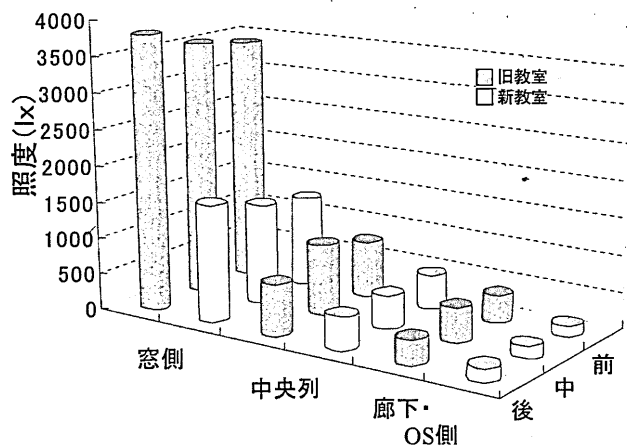


図6 夏季晴天日の消灯時における新旧教室の机上面照度分布

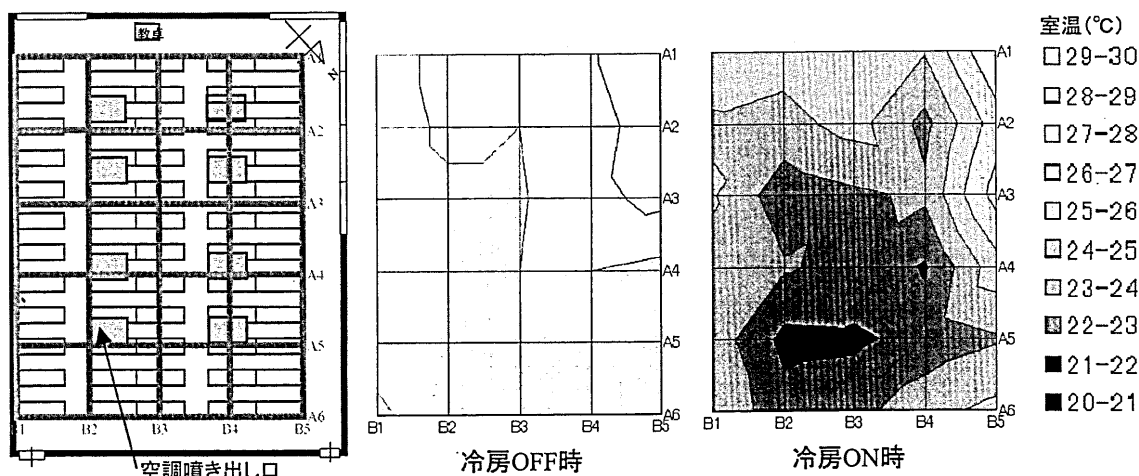


図7 夏季における冷房の稼働状況別にみた大学講義室内の温度分布

さらに、学習効率の観点からも、過剰な暖房や冷房は緊張感のゆるみや眠気、および冷房病などを引き起こす可能性があり、必ずしも学習効率の向上につながるとは限らない。また、校舎の断熱・気密性の確保なしに安易に空調機器を導入すると、単にエネルギー消費量が増大するばかりである。これはヒートアイランド現象を助長する一危険性もはらんでいる。

児童・生徒の心身の成長過程において、外部環境に対して閉じられ、負荷や刺激の全くない環境が果たしてよいのであろうか。暑い時には暑いと感じ、寒い時には寒いと感じさせることにより、時には発汗や皮膚血管の収縮や拡張などの生理的な体温調節機能にはたらきかけることも大切なことなのではないか。さらに、

温度変化に対する被服の着脱や、運動による代謝量の増減などの自己環境管理能力を身につけることは、地球環境問題に直面していく子供たちにとって不可欠なことではないか。最低限、教室環境が児童・生徒にとって非常に不快であったり健康を害したりすることのないようにしなければならないが、外部環境が特に劣悪でない限り、校舎の形態などを工夫し、また断熱・気密性の向上に努めることによって、空調などは補助的に使用する程度で済むのではないか。ここに報告したS小学校は、学校の設計において環境工学的な配慮や工夫がなされたことによって教室環境の快適性が高まった、一つの注目すべき事例と言えよう。

AUTODOOR

“手を洗わない人は、通しません”

■テラオカの衛生管理用自動ドア

寺岡オートドアは、このコンセプトの基に、衛生管理用自動ドアを開発しました。学校給食センター・食材メーカー工場・医薬品メーカー工場などで、手洗い消毒器と連動して入室管理を行い、「O-157対策」をはじめとする生産環境の衛生管理に、日々活躍しております。



◎カタログ資料のご請求は、下記にお願いいたします。

寺岡オートドア株式会社

TEL.03-3758-3531

FAX.03-3758-3903

<http://www.teraoka-autodoor.co.jp>